Требования к программам

1. Программа должна получать все параметры в качестве аргументов командной строки.
2. Задачи оцениваются независимо в двух группах: задачи 1–3 и задачи 4–12.
3. Аргументы командной строки **для задач 1–3**:

    1) x – точка, где вычисляется производная (тип double),
    2) h – параметр (тип double),
    3) k – значение номера функции (тип int).

    Например, запуск

    ```
    ./a01.out 1 1e-8 2
    ```

    означает, что требуется вычислить производную функции номер 2 в точке 1 с точностью 10^{-8}.

4. Аргументы командной строки **для задач 4–7**:

    1) a – левый конец отрезка (тип double),
    2) b – правый конец отрезка (тип double),
    3) n – значение для числа точек приближения (тип int),
    4) k – значение номера функции (тип int).

5. Аргументы командной строки **для задач 8, 9**:

    1) a – левый конец отрезка (тип double),
    2) b – правый конец отрезка (тип double),
    3) ε – параметр (тип double),
    4) k – значение номера функции (тип int).

6. Аргументы командной строки **для задач 10, 11**:

    1) a – левый конец отрезка (тип double),
    2) ε – параметр (тип double),
    3) k – значение номера функции (тип int).

7. Аргументы командной строки **для задачи 12**:

    1) a – левый конец отрезка (тип double),
    2) b – правый конец отрезка (тип double),
    3) ε – параметр (тип double),
    4) k_x – значение номера функции для функции x (тип int),
    5) k_y – значение номера функции для функции y (тип int).

8. В программе должны быть реализованы подпрограммы для задания следующих функций $f(x)$ в зависимости от параметра k:

    1) для $k = 0$ $f(x) = 1$
    2) для $k = 1$ $f(x) = 1 + x$

3) для $k=2$ $f(x)=1+x+x^2$
4) для $k=3$ $f(x)=1+x+x^2+x^3$
5) для $k=4$ $f(x)=1+x+x^2+x^3+x^4$
6) для $k=5$ $f(x)=e^{-x}$
7) для $k=6$ $f(x)=1/(25x^2+1)$

9. Функция, реализующая задачу, **не должна выделять или использовать дополнительную память**.

10. Вывод результата работы функции в функции `main` должен производиться по формату:

- **Для задач 1–7**

```
printf ("%s : Task = %d Res = %e Count = %d T = %.2f\n",
        argv[0], task, res, count, t);
```

где

  – `argv[0]` – первый аргумент командной строки (имя образа программы),
  – `task` – номер задачи (1–12),
  – `res` – возвращаемое значение результата функции,
  – `count` – число вызовов функции f,
  – `t` – время работы функции, реализующей решение этой задачи.

- **Для задач 8, 9, 12**

```
printf ("%s : Task = %d Res = %e N = %d Count = %d T = %.2f\n",
        argv[0], task, res, n, count, t);
```

где

  – `argv[0]` – первый аргумент командной строки (имя образа программы),
  – `task` – номер задачи (1–12),
  – `res` – возвращаемое в переменной r значение результата функции,
  – `n` – число итераций n (возвращаемое значение функции),
  – `count` – число вызовов функции f,
  – `t` – время работы функции, реализующей решение этой задачи.

- **Для задач 10, 11**

```
printf ("%s : Task = %d Res = %e B = %e Count = %d T = %.2f\n",
        argv[0], task, res, b, count, t);
```

где

  – `argv[0]` – первый аргумент командной строки (имя образа программы),
  – `task` – номер задачи (1–12),
  – `res` – возвращаемое в переменной r значение результата функции,
  – `b` – конечное значение верхнего предела b (возвращаемое значение функции),
  – `count` – число вызовов функции f,
  – `t` – время работы функции, реализующей решение этой задачи.

Вывод должен производиться в точности в таком формате, чтобы можно было автоматизировать обработку запуска многих тестов.

Задачи

1. Написать функцию, получающую в качестве аргументов указатель на функцию f, вещественные числа x и h, и возвращающую приближенное значение $f'(x)$ с погрешностью $O(h)$ по следующей приближенной формуле
$$f'(x) = (f(x+h) - f(x))/h.$$

2. Написать функцию, получающую в качестве аргументов указатель на функцию f, вещественные числа x и h, и возвращающую приближенное значение $f'(x)$ с погрешностью $O(h^2)$ по следующей приближенной формуле
$$f'(x) = (f(x+h) - f(x-h))/(2h).$$

3. Написать функцию, получающую в качестве аргументов указатель на функцию f, вещественные числа x и h, и возвращающую приближенное значение $f''(x)$ с погрешностью $O(h^2)$ по следующей приближенной формуле
$$f''(x) = (f(x+h) - 2f(x) + f(x-h))/(h^2).$$

4. Написать функцию, получающую в качестве аргументов указатель на функцию f, вещественные числа a, b и целое число n, и возвращающую приближенное значение $\int_a^b f(x)\,dx$, которое находится по составной формуле трапеций с погрешностью $O(h^2)$:
$$\int_a^b f(x)\,dx = h(f(a)/2 + f(a+h) + f(a+2h) + \cdots + f(a+(n-1)h) + f(b)/2),$$
где $h = (b-a)/n$.

5. Написать функцию, получающую в качестве аргументов указатель на функцию f, вещественные числа a, b и целое число n, и возвращающую приближенное значение $\int_a^b f(x)\,dx$, которое находится по составной формуле Симпсона с погрешностью $O(h^3)$:
$$\int_a^b f(x)\,dx = (2/3)h(f(a)/2 + 2f(a+h) + f(a+2h) + 2f(a+3h) + \\ + f(a+4h) + \cdots + f(a+(2n-2)h) + 2f(a+(2n-1)h) + f(b)/2),$$
где $h = (b-a)/(2n)$.

6. Написать функцию, получающую в качестве аргументов указатель на функцию f, вещественные числа a, b и целое число n, и возвращающую приближенное значение $\displaystyle\int_a^b \frac{f(x)}{\sqrt{|x|}},dx$, которое находится по составной формуле трапеций с весом $1/\sqrt{|x|}$.

7. Написать функцию, получающую в качестве аргументов указатель на функцию f, вещественные числа a, b и целое число n, и возвращающую приближенное значение $\displaystyle\int_a^b \frac{f(x)}{\sqrt{|x|}},dx$, которое находится по составной формуле Симпсона с весом $1/\sqrt{|x|}$.

8. Написать функцию, получающую в качестве аргументов указатель на функцию f, вещественные числа a, b, ε и адрес вещественного числа r, и возвращающую в переменной r значение $\int_a^b f(x)\,dx$, вычисленное с заданной точностью ε по составной формуле трапеций с автоматическим выбором шага. Функция возвращает отрицательное значение, если она не смогла вычислить интеграл, и конечное значение n иначе.

9. Написать функцию, получающую в качестве аргументов указатель на функцию f, вещественные числа a, b, ε и адрес вещественного числа r, и возвращающую в переменной r значение $\int_a^b f(x)\,dx$, вычисленное с заданной точностью ε по составной формуле Симпсона с автоматическим выбором шага. Функция возвращает отрицательное значение, если она не смогла вычислить интеграл, и конечное значение n иначе.

10. Написать функцию, получающую в качестве аргументов указатель на функцию f, вещественные числа a, ε и адрес вещественного числа r, и возвращающую в переменной r значение $\int\limits_a^{+\infty} f(x)\,dx = \lim\limits_{b\to\infty} \int\limits_a^b f(x)\,dx$, вычисленное с заданной точностью ε по составной формуле трапеций с автоматическим выбором шага. Функция возвращает отрицательное значение, если она не смогла вычислить интеграл, и конечное значение b иначе.

11. Написать функцию, получающую в качестве аргументов указатель на функцию f, вещественные числа a, ε и адрес вещественного числа r, и возвращающую в переменной r значение $\int\limits_a^{+\infty} f(x)\,dx = \lim\limits_{b\to\infty} \int\limits_a^b f(x)\,dx$, вычисленное с заданной точностью ε по составной формуле Симпсона с автоматическим выбором шага. Функция возвращает отрицательное значение, если она не смогла вычислить интеграл, и конечное значение b иначе.

12. Написать функцию, получающую в качестве аргументов указатели на функции x, y, вещественные числа a, b, ε и адрес вещественного числа r, и возвращающую в переменной r значение длины кривой $(x(t), y(t))$ в пределах изменения t от a до b, вычисленное с заданной точностью ε. Длина кривой находится как предел сумм длин ломаных с вершинами

$$(x(a),y(a)),(x(a+h),y(a+h)),(x(a+2h),y(a+2h)),\ldots(x(a+(n-1)h),y(a+(n-1)h)),(x(b),y(b))$$

при $n \to \infty$, где $h = (b-a)/n$. Функция возвращает отрицательное значение, если она не смогла вычислить длину кривой, и конечное значение n иначе.